



METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE *LAYOUT*: ESTUDO DE CASO EM UMA CERVEJARIA ARTESANAL DE OURO PRETO

André Coqueiro Coelho dos Santos (Universidade Federal de Ouro Preto)
coqueiro23andre@gmail.com

**Itaiane de Paula (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção – Universidade Federal de Ouro Preto)**
itaiane.paula@aluno.ufop.edu.br

**Sérgio Evangelista Silva (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção – Universidade Federal de Ouro Preto)**
sergio.silva@ufop.edu.br

**André Luís Silva (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção – Universidade Federal de Ouro Preto)**
andre.silva@ufop.edu.br

A disposição correta de maquinários, setores e departamentos em uma planta produtiva é capaz de trazer diversos benefícios para o empreendimento, como redução de custos operacionais, otimização de fluxos e eliminação de desperdícios. Algumas metodologias e ferramentas para a análise de layout (ou arranjo físico) são mencionadas nos trabalhos de diversos autores da literatura, sendo possível conhecer suas implementações e resultados. O presente estudo tem por objetivo avaliar o atual layout de uma pequena cervejaria artesanal localizada na cidade de Ouro Preto, Minas Gerais. Através da metodologia de estudo de caso, são levantados alguns dados dimensionais da planta em questão, servindo de base para analisar o layout e por fim, propor alterações que possam trazer alguns dos benefícios citados anteriormente. Para tanto, utilizou-se a metodologia chamada Systematic Layout Planning, ou Planejamento Sistemático de Layout, que estrutura algumas etapas e procedimentos. Ao final deste trabalho, são apresentados os resultados obtidos através de duas propostas de alterações no layout, sendo apresentadas modificações necessárias e as vantagens e desvantagens de cada modelo.

Palavras-chave: Arranjo Físico, Layout, Systematic Layout Planning.

1. Introdução

O *layout* inclui a estruturação de maquinários, pessoas e processos dentro de um setor produtivo, sendo também o espaço de trabalho onde operadores exercem suas funções. Nessa perspectiva, pode-se relacionar ao *layout* os seguintes itens: espaços para estoques, fluxos de processos, segurança dos colaboradores, higiene, bem-estar, dentre outros.

Para Vieira (2017), o *layout* está relacionado a localização física e à forma de distribuição de recursos para processamento (maquinários e operadores). É uma das características fundamentais de um processo de produção, pois determina como os recursos fluem nos mesmos e a racionalização destes, associados às tecnologias necessárias para atingir níveis operacionais e metas produtivas. Nesse sentido, Lindozo *et al.* (2018) destacam que diversas técnicas de planejamento, desenvolvimento e melhoria de *layout* são capazes de reduzir os impactos negativos relacionados à baixa produtividade.

Neste contexto estudos de *layout* em cervejarias artesanais se coloca como uma oportunidade de pesquisa, tendo em vista o recente aumento deste tipo de operação na área de bebidas, tanto no Brasil como em outras partes do mundo. Desta forma, a pesquisa abordará o *layout* em uma pequena cervejaria de produção artesanal na cidade de Ouro Preto, MG. O objetivo da pesquisa consiste em analisar e avaliar o modelo de *layout* desta cervejaria, de forma que se possa propor a reestruturação do ambiente produtivo e operacional, com um novo *layout* capaz de eliminar desperdícios, movimentações desnecessárias e redução dos custos produtivos. Trata-se de uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa descritiva para o desenvolvimento de um estudo de caso e elaboração das plantas-baixas com o auxílio de um *software* de desenho técnico.

Optou-se pela metodologia denominada *Systematic Layout Planning* (ou Planejamento Sistemático de *Layout* - SLP) para a criação dos dois *layouts* propostos. Esse método leva em consideração o *layout* de departamentos operacionais e as estratégias da empresa, buscando integrar estes aspectos em um modelo mais eficiente.

2. Revisão de Literatura

2.1. *Layout*

Novas disposições de *layout* de plantas produtivas é um assunto de interesse para diversos gestores que buscam otimizar seus processos, reduzir custos, eliminar desperdícios e melhorar a qualidade percebida pelos consumidores. Slack *et al.* (2018), definem *layout* como o posicionamento dos recursos necessários para a execução das atividades produtivas em um determinado espaço físico. O *layout* se relaciona também com a lógica de divisão e estruturação das tarefas dentro da organização, ou seja, como elas são distribuídas e se associam durante as

etapas de produção (MINTZBERG, 2003).

Corrêa e Corrêa (2017), destacam os benefícios de um bom *layout*, como: redução dos custos de manuseio e movimentação interna de materiais; utilização da mão de obra com mais eficiência; facilitação da comunicação e troca de informações internas; otimização do fluxo de pessoas e materiais no processo; adoção de medidas capazes de adequar os processos às normas legais; aumento da segurança no trabalho; e, melhoria na qualidade do produto final.

2.2. Planejamento Sistemático de Layout (SLP)

Benitez *et al.* (2018) explica que o SLP é um método para analisar um *layout* e identificar uma série de propostas de mudança até que se chegue àquela que melhor se ajusta à produção em estudo. Esse modelo leva em consideração o arranjo de áreas operacionais e as estratégias da empresa, buscando integrar estes aspectos em um modelo mais eficiente. Consiste em um plano orientado por fases, tendo como objetivo principal auxiliar na decisão de um modelo de *layout* adequado para o setor produtivo. O SLP contribui na identificação dos benefícios e vantagens propulsores do aumento da produtividade, redução do desperdício de materiais e dos fluxos operacionais.

Muther e Hales (1973) abordam três importantes fundamentos para um bom planejamento de *layout*: o grau de relacionamento entre as atividades e operadores; a distribuição e configuração das coisas no espaço; e por fim, os ajustes feitos para uma configuração mais clara e objetiva. Nesta concepção, para uma avaliação completa do plano de *layout*, quatro fases devem ser consideradas:

- Fase I - Localização: deve-se determinar a localização da área na qual será aplicado o planejamento de *layout*;
- Fase II - *Layout* geral: deve-se estabelecer o arranjo geral das diversas áreas envolvidas e como estão relacionadas no processo, definindo também os fluxos de movimentações;
- Fase III - *Layout* detalhado: apresenta-se a distribuição de maquinários e equipamentos em suas respectivas áreas de atuação, com auxílio de um *Software*, por exemplo, o *Computer-Aided Design* (CAD), constando suas dimensões e localizações específicas, assim como toda a infraestrutura física necessária para a área produtiva;
- Fase IV - Implantação: execução do planejamento realizado nas fases anteriores.

Cabe ressaltar da importância da disposição da área de produção, seus maquinários e equipamentos, conforme descrito na fase II. Isso porque é na área de produção onde todas as operações produtivas ocorrem, sendo necessário uma organização desse espaço físico para que se tenha um fluxo de materiais, pessoas e equipamentos ordenados para a manutenção da

produtividade. Para isso, é utilizado o Diagrama de Relações, que é uma ferramenta de auxílio na elaboração de um novo modelo de *layout*.

2.3. Diagrama de Relações

O Diagrama de relações (ou inter-relações), é uma ferramenta utilizada para analisar e melhorar os fluxos de materiais e processamentos de acordo com o grau de relacionamento entre essas áreas. Também chamado de gráfico-de-para ou carta de interligações, serve para auxiliar na compreensão dos fluxos de pessoas e materiais e verificar a necessidade ou impedimento destas áreas estarem próximas. Esse processo é feito durante as etapas II e III, após ter sido definido o local de instalação do empreendimento. (REFERNCIAS)

O Diagrama de Relações é elaborado a partir de uma matriz que relaciona as áreas envolvidas no processo, estabelecendo uma escala para qualificar a importância entre elas. As relações mais fortes são primeiramente agrupadas, indicando uma necessidade maior de proximidade entre elas; já as áreas com menor influência ou de proximidade indesejada devem ser afastadas. Após isso, são realizadas várias tentativas e ajustes na construção do diagrama, até que por fim se obtenha um modelo racional e eficiente (BORBA *et al.*, 2014). Para construir a matriz de relação, é preciso definir a escala de proximidade entre as áreas, máquinas, setores ou equipamentos, como representado no Quadro 1.

Quadro 1 – Escala de proximidade entre áreas

Referência	Proximidade
A	Absolutamente necessário
E	Especialmente necessário
I	Importante
O	Proximidade normal
U	Sem importância
X	Não desejável

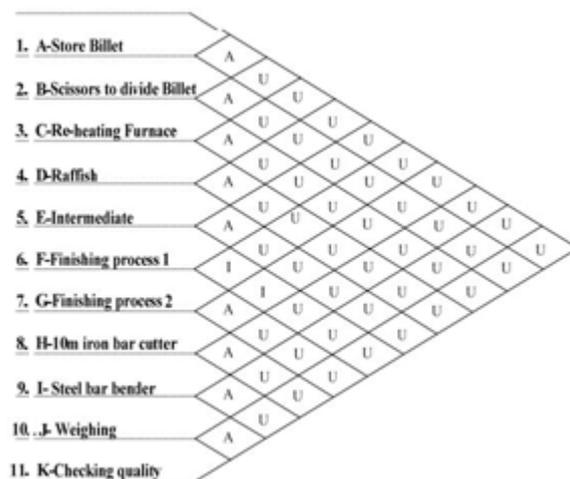
Fonte: Adaptado de Muther e Hales (1973)

Para iniciar a construção do diagrama, é aconselhável ordenar os setores por importância/relevância de cada um no processo e estabelecer o grau de relacionamento desejável entre eles, para então indicar os fluxos envolvidos e a partir disso planejar os possíveis *layouts* adequados para a planta produtiva em questão.

A Figura 1 exemplifica a utilização do diagrama em um estudo realizado por Wiyaratn e Watanapa (2010), no qual avaliaram uma planta de fabricação de chapas de aço. Neste estudo de caso, após avaliarem o atual arranjo das máquinas e equipamentos, foi sugerido uma nova disposição de *layout* capaz de diminuir significativamente a distância do fluxo de material

envolvido no processo de corte de chapas de aço até a manutenção no armazém.

Figura 1 – Diagrama de relações – processamento de aço



Fonte: Adaptado de Wiyaratn e Watanapa (2010).

Dessa forma, é possível utilizar Diagrama de Relações como uma etapa do SLP e organizar os setores e equipamentos de uma instalação produtiva de modo que estes fiquem localizados de maneira otimizada. Nesse sentido, estes recursos são alocados de forma que permita a redução de movimentações, consequentemente, reduzindo o *leadtime* de processamentos e desperdícios de materiais.

Para que se tenha uma boa utilização do SLP, é necessário a identificação do *layout* de acordo Slack *et al.* (2018), podendo ser este posicional, funcional, celular, ou por produto. Após essa identificação, desenha-se um novo *layout*.

3. Metodologia

O método utilizado é um estudo de caso, de acordo com Cauchick-Miguel *et al.* (2018), que pesquisa um determinado fenômeno dentro de um ambiente realístico atual através de um estudo profundo de um ou mais casos. Quanto a sua natureza, a pesquisa é aplicada, pois tem como objetivo, gerar conhecimentos através de uma aplicação prática, voltado à resolução de um problema (CAUCHICK-MIGUEL *et al.*, 2018). Quanto a abordagem e aos objetivos, a pesquisa é qualitativa descritiva, coletando os dados através de observações sistemáticas (GIL, 2008).

A primeira e a segunda visita no processo produtivo da cervejaria, ocorreram em janeiro de 2019 e tiveram como objetivo conhecer a instalação, os funcionários e aspectos gerais do

empreendimento, e no segundo momento, foi para a coleta das informações, a saber: com o auxílio de uma trena, foram recolhidas as medidas de todas instalações e equipamentos para poder estabelecer a planta-baixa, que foi desenvolvida posteriormente no *software* CAD. A finalidade das visitas era para obter conhecimento à cerca da logística dos departamentos, os fluxos envolvidos e o atual modelo de *layout* da empresa.

Para o desenvolvimento do estudo de caso, utilizou-se o SLP para a criação das propostas do novo *layout*. Inicialmente, para a primeira fase do SLP, a localização do empreendimento estava bem definida, uma vez que o estudo se deu em uma planta já existente e não foram avaliadas novas possíveis localidades de instalação.

A segunda fase, voltada ao estabelecimento do *layout* geral, foi realizada na terceira visita, através da identificação das dimensões das instalações e da disposição dos equipamentos, sendo estes fundamentais para a realização da Fase III. Também foram recolhidas as dimensões das instalações, na Fase II.

Por fim, a última fase busca concretizar as modificações propostas. Essa etapa não foi realizada neste estudo, uma vez que o foco foi propor um modelo mais eficiente. Portanto, este estudo se limitou em propor novos *layouts*, encerrando as atividades na Fase III.

4. Resultados e Análises

4.1. Histórico e estrutura

A ideia de montar uma microcervejaria teve origem nos trabalhos e pesquisas de um professor da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), que lecionava aulas de biotecnologia, envolvido com diversas pesquisas em cepas de leveduras para fermentação e produção de cachaça. Em um dado momento, surgiu o questionamento se seria possível fermentar cerveja utilizando as mesmas leveduras que fermentam a cachaça. Com a confirmação dos experimentos e testes realizados, o professor e um sócio deram início à concretização de alguns projetos e montaram a microcervejaria em estudo.

O início de todo planejamento se deu com a contratação dos serviços de uma empresa de engenharia que estabeleceu a planta e as instalações necessárias. Em outubro de 2015, iniciou-se as fases de testes e logo em seguida o início da produção, com três variedades de cerveja: Pilsner, Trigo e Brown (extra escura). O número de colaboradores envolvidos é baixo, sendo eles: os dois sócios do empreendimento são responsáveis pela compra e manipulação de insumos e um funcionário encarregado de auxiliar nas produções.

O processo de produção da cerveja pode ser descrito em 10 passos, sendo elas: moagem do

malte; mostura ou brassagem; filtração e lavagem; fervura; resfriamento; troca de calor; fermentação; carbonatação; envase; e, Mmturação.

Na Figura 2, observa-se um corredor onde se encontram distintos centros de produção: à esquerda tem-se a sala de estocagem/moagem e lavagem de vidrarias, à direita engarrafamento e rotulagem. Ao final do corredor fica a entrada da sala de produção, local onde se encontram os principais equipamentos ligados diretamente à produção das cervejas.

Figura 2 – Vista interna dos departamentos de produção.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

A Figura 3 apresenta três tanques que realizam atividades distintas e sequenciais: mostura, filtragem e fervura. No canto inferior direito, é possível notar a autoclave, equipamento utilizado na preparação de meios de cultura para crescimento das leveduras.

Figura 3 – Tanques de mostura, filtração, fervura e autoclave.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

A Figura 4 mostra à esquerda dois tanques de fermentação e ao fundo um tanque de

refrigeração, equipamento utilizado para auxiliar no resfriamento da bebida após a fervura.

Figura 4 – Tanques de fermentação e trocador de calor.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

A planta é de pequeno porte e sua capacidade de produzir quinzenalmente é de até 2 mil litros de cerveja. O estoque se mantém na média de 280 caixas de cerveja, cada caixa contendo 12 garrafas de 600ml. O estoque médio mantido na empresa é de 140 caixas do tipo pilsner, 70 de trigo e 70 do tipo brown.

Por ser um produto de maior valor agregado, diferentemente das cervejas produzidas em escala industrial, a cerveja artesanal é vendida para grupos específicos de consumidores. Atualmente tem predominância de vendas em bares, restaurantes e festivais de cervejas artesanais na cidade de Ouro Preto.

4.2. Layout atual

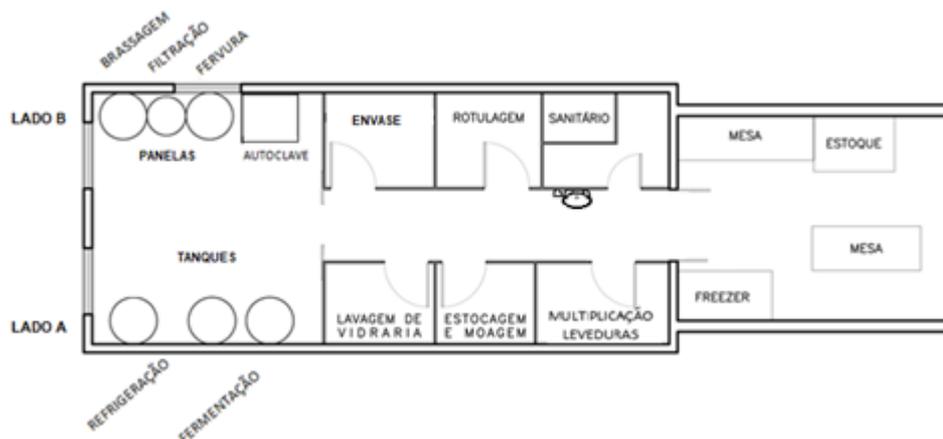
A empresa em estudo, possui um *layout* caracterizado por produto tal como descrito em Slack, *et al.* (2018). Neste tipo de *layout*, os recursos transformadores são dispostos de forma que o produto seja manipulado seguindo uma sequência previamente definida. Independentemente da variedade de cerveja, as ordens de produção são similares, alterando apenas os ingredientes que são adicionados durante o processo.

A Figura 5 apresenta a planta baixa obtida com auxílio do *Software CAD*.

Neste caso, os departamentos são classificados em: multiplicação de leveduras, estocagem e moagem de malte, lavagem de vidrarias, sanitário, rotulagem, engarrafamento/envase.

Dessa forma, analisando especificamente os departamentos, é possível notar que a disposição mesmos e maquinários seguem uma linha sequencial e lógica que favorece a produção de cerveja, como ocorre nas instalações com o *layout* orientado ao produto.

Figura 5 – Planta baixa da cervejaria estudada



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Para compreender o *layout* atual e poder propor um novo arranjo, se fez necessário dividir o processo de produção, em subprocessos. A razão disso se dá pelo fato de que na sala de produção estão localizados a maioria dos equipamentos que são utilizados para produzir as cervejas. Dessa forma, convém classificar equipamentos com funções diferentes como um setor produtivo separado. Portanto, fica estabelecido também os seguintes subprocessos: brassagem, fervura, filtração, resfriamento, tanque de fermentação e autoclave.

4.3. Novos modelos de layout

O processo de produção da cerveja se inicia na brassagem, com a adição do malte moído em água quente. Em sequência, ocorre a filtração desta mistura e posteriormente o processo de fervura. Nesta etapa, deve-se ferver o mosto para eliminar bactérias e microorganismos. Daí, ocorre a adição do lúpulo para acrescentar aroma e amargor à bebida. Em seguida, deve-se resfriar a bebida rapidamente para provocar a coagulação de algumas proteínas indesejadas e adequar a temperatura para as leveduras.

Como a fervura está relacionada aos processos de brassagem, filtração e resfriamento, optou-se por definir este processo como referência para iniciar as análises do diagrama de relações. Além disso, por se tratar de uma planta onde se produz um tipo de bebida, é aconselhável que o sanitário esteja afastado dos processos onde ocorrem manipulações de insumos e da própria cerveja.

A escala utilizada para relacionar os departamentos no diagrama de relações segue as mesmas definições do Quadro 1. A Figura 6 apresenta o referido diagrama.

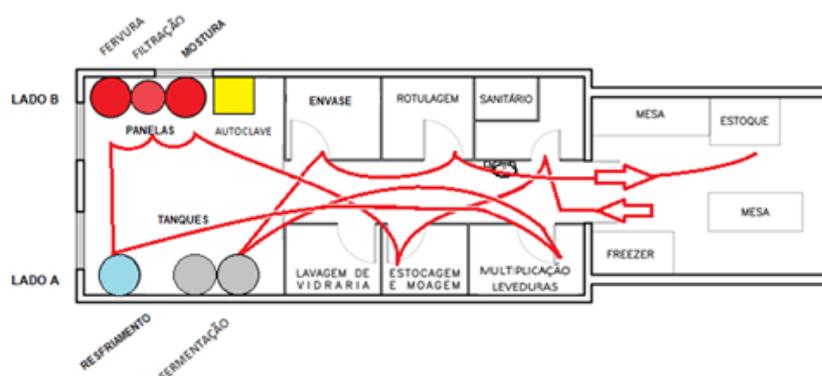
Figura 6 – Diagrama de relações da cervejaria estudada.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) baseado em Wiyaratn e Watanapa (2010).

No processo produtivo é importante que sejam analisados os fluxos de pessoas, materiais e informações, pois servem como referência para identificar possíveis gargalos, distâncias percorridas e movimentações desnecessárias. Aqui, o interesse está na observação dos fluxos de pessoas, e consequentemente, o caminho percorrido pelos materiais, uma vez que neste processo artesanal todo material é transportado e manipulado pelos próprios operadores. A Figura 7 apresenta os fluxos envolvidos durante as etapas de produção de cerveja.

Figura 7 – Fluxos executados na planta baixa da cervejaria.



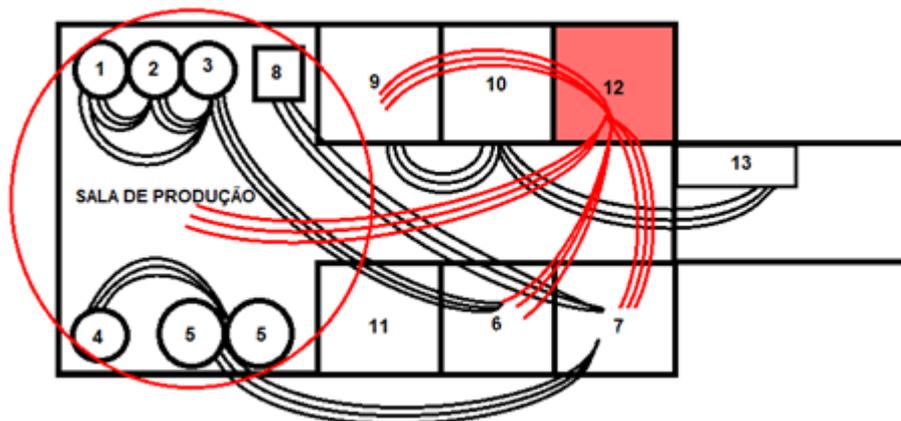
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Percorridas todas etapas de análises e detalhamento do espaço físico atual da cervejaria, inicia-se a etapa de síntese de todas essas informações em propostas concretas de *layout*.

As propostas de alterações no atual *layout* da cervejaria levam em consideração principalmente as escalas atribuídas no diagrama de relações apresentado na Figura 6. Além disso, considera algumas limitações físicas do armazém, a lógica (ou sequência) de produção das cervejas e os níveis de relacionamento das principais atividades envolvidas na fabricação da mesma. A

síntese das interrelações entre os departamentos é apresentada na Figura 8.

Figura 8 – Principais interrelações entre departamentos.



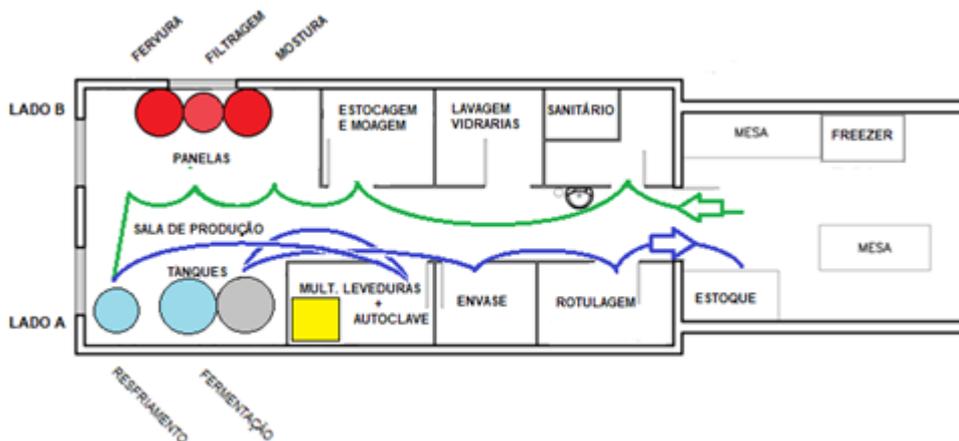
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Na Figura 8, os equipamentos e departamentos relacionados com ligações triplas na cor preta representam FORTE dependência entre eles, ou seja, é desejável que estejam o mais próximo possível. Um exemplo é o setor de estocagem e moagem e o processo de mostura, momento no qual o malte é adicionado em água quente. As ligações triplas em vermelho representam proximidades INDESEJADAS, ou seja, áreas que devem estar o mais afastadas possíveis. As ligações vermelhas que são apresentadas, iniciam no sanitário, indicando os departamentos ou momentos do processo produtivo em que possa haver manipulação de matéria orgânica e/ou a cerveja não-ensada. O círculo vermelho faz uma indicação de que todos os processos envolvidos na sala de produção devem preferencialmente estar afastados da instalação sanitária. Com essas informações, inicia-se a etapa de análises e elaboração de novos modelos de *layout*. Para a proposta 1, foi levado em consideração a atual disposição das salas já existentes, buscando alterar apenas a localização de cada departamento. O corredor principal que dá acesso aos diversos departamentos e à sala de produção é constituído por divisórias. Esta configuração do novo *layout* é apresentada na Figura 9.

A alteração consiste na ampliação da sala de multiplicação de leveduras, para comportar também a autoclave, equipamento utilizado na reprodução das leveduras. Além disso, esse departamento foi realocado para o mais próximo possível do tanque de fermentação, etapa final no processo de produção de cerveja. Essa medida trás redução nas distâncias percorridas pelos operários, reduzindo a fadiga dos operadores, evitando o cruzamento de fluxos e melhorando o controle dos processos durante as manipulações de matérias-primas. Como essa alteração

ocorre principalmente na etapa de adição de leveduras para fermentação do mosto, torna-se mais rápida e segura a sua manipulação e transporte, visto que se trata de uma matéria prima biológica e sensível às variações ambientais.

Figura 9 – Proposta de *Layout* 1

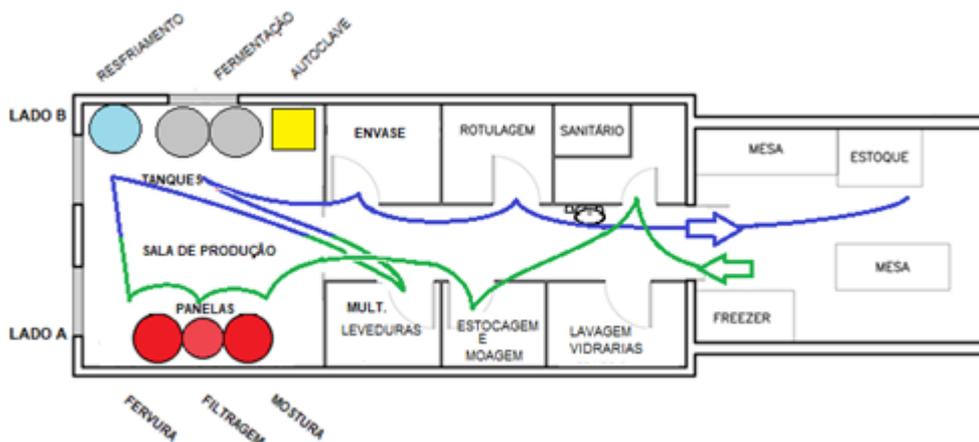


Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Outra alteração importante considera a mudança dos departamentos de envase e rotulagem. Após a fermentação, a cerveja está pronta e deve ser encaminhada ao departamento de envase, seguindo para a rotulagem e por fim, para estoque. Com essa disposição, o fluxo geral se mantém mais simples, diminuindo a probabilidade de conflitos entre atividades.

A proposta 2, apresentada na Figura 10, considera algumas disposições de departamentos já presentes no atual *layout* da cervejaria e algumas alterações mencionadas na Proposta 1.

Figura 10 – Proposta de *Layout* 2



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Inicialmente, observa-se a inversão dos tanques de fermentação com as painéis de mostura, filtragem e fervura. Dessa forma, foi possível manter em suas disposições originais os departamentos de Envase e Rotulagem. Como a última etapa da produção da cerveja é a fermentação, estes tanques estão dispostos ao lado destes dois departamentos, buscando manter o fluxo azul o mais contínuo possível.

Porém, uma limitação física para a implantação dessa mudança de *layout* se dá na altura do pé-direito (altura entre o piso e o teto) da sala de produção. No Lado A mede 3,40 metros enquanto do Lado B mede 2,75 metros. A altura dos tanques de fermentação é de 2,35 metros, dessa forma, caso estivessem posicionados no lado B da sala de produção, sobriariam 40 centímetros até o teto, inviabilizando a limpeza do equipamento e possíveis manutenções.

Ressalta-se que no planejamento inicial de construção da cervejaria, esperava-se dispor os equipamentos na sala de produção desta forma, sendo possível manter um fluxo sequencial de produção de cerveja. A limitação das alturas do cômodo foi o principal motivo pela atual disposição. Para a concretização dessa proposta seriam necessários investimentos maiores com a parte estrutural do telhado. Assim a nova disposição de equipamentos e departamentos deixaria o fluxo de atividades mais simples, com distâncias percorridas menores e manteria o sentido e fluxo original do projeto.

5. Considerações Finais

Em relação a proposta 1, essa traria uma melhoria significativa no fluxo de produção, necessitando de baixos investimentos, somente possíveis ajustes em instalações elétricas e hidráulicas.

A proposta 2, com o problema do pé-direito do cômodo, é considerada, inicialmente, a mudança de lado dos tanques de fermentação com as painéis de mostura, filtragem e fervura. Para que essa modificação seja possível, seria necessário realizar investimentos na reforma estrutural do cômodo, sendo capaz de dispor os tanques e painéis em suas posições originalmente planejadas, não tendo necessidade de alterar a localização do setor de envase e rotulagem. O posicionamento dos departamentos de multiplicação de leveduras e estocagem/moagem seguem a mesma ideia discutida para a proposta 1.

Dessa forma, a proposta 2 também registraria uma simplificação nos fluxos produtivos, porém, tendo um momento de cruzamento entre os Lados A e B, entre o resfriamento do mosto e a fermentação, deve-se buscar as leveduras no setor de multiplicação.

Assim como na proposta 1, a simplificação nos fluxos traria redução de movimentações no processo. Diferentemente dos resultados observados em outros estudos, essa redução de tempo pouco significa em um empreendimento deste tipo. Isso se dá pelo fato de que o *leadtime* de produção, varia de 3 a 4 semanas, dependendo do tipo de cerveja produzida. Portanto, ter um fluxo com movimentos que se cruzam, não necessariamente corresponde à uma situação perigosa para os funcionários.

É válido considerar que a nova disposição de alguns departamentos pode facilitar o manuseio, transporte e a manipulação de matérias-primas, o que traria maior conforto para os colaboradores e confiabilidade ao processo. Entretanto, ressalta-se que a simplificação dos fluxos, nem sempre compensa os investimentos necessários.

Ambas propostas apresentaram benefícios e desvantagens que devem ser analisadas com cautela, para assim, poder definir qual das duas melhor se enquadra às instalações e fundos disponíveis. Há de se considerar a possibilidade de expansão da capacidade produtiva da cervejaria. Com o espaço físico disponível, seria possível a aquisição de outra dorna de fermentação, aumentando de 2 para 3 mil litros a capacidade de produção. Essa alteração seria possível em qualquer uma das duas propostas, uma vez que há condições para essa ampliação. No caso específico de cervejarias artesanais, espera-se que a metodologia auxilie na identificação da correta alocação dos departamentos no espaço físico disponível, evitando que se criem fluxos excessivos e sem uma sequência de produção adequada. Além disso, a correta distribuição de maquinários e departamentos pode resultar em aumento de segurança das operações, visto que existem processos onde se manipulam insumos à altas temperaturas, tendo possibilidade de queimaduras, por exemplo. De acordo com cada projeto, podem ser rápidas as alterações e a um baixo custo de investimento, especialmente se for utilizada para um projeto de uma instalação nova.

6. Agradecimentos

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

BENITEZ, Brittes Benitez *et al.* Systematic layout planning of a radiology reporting area to optimize radiologists performance. **Journal of digital imaging**, v. 31, n. 2, p. 193-200, 2018.

BORBA, Mirna; LUNA, Mônica Maria Mendes; SILVA, Fernanda Antunes Batista. Proposta de arranjo físico

para microempresa baseado no planejamento sistemático de layout. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 6, n. 1, p. 519-531, 2014.

CAUCHICK-MIGUEL, P. A. *et al.* **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e Gestão de Operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações: o essencial**. 3a. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6a. ed, São Paulo: Atlas, 2008.

LINDOZO, Luis Henrique Mendes *et al.* A utilização do diagrama de relação para rearranjo físico em uma panificadora. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 28. 2018. Maceió. **Anais...** Maceió: ENEGEP, 2018.

MINTZBERG, Henry. **Criando organizações eficazes: estruturas em cinco configurações**. 2a. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MUTHER, R.; HALES, L. **Systematic layout planning: A total system of layout planning**. 4a. ed., Management & industrial research publications, 1973.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

VIEIRA, Everton Luiz. Signatures factory: a dynamic alternative for teaching - learning layout concepts and waste disposal. **Production**, vol. 27, n. spe, 2017.

WIYARATN, Wisitsree; WATANAPA, Anucha. Improvement Plant Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) for Increased Productivity. **International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering**, v. 4, n. 12, p. 1382-1386, 2010.